

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-288672
(P2002-288672A)

(43) 公開日 平成14年10月4日 (2002.10.4)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テーム(参考)
G 0 6 T 7/00	5 3 0	G 0 6 T 7/00	5 3 0 4 C 0 3 8
	3 0 0		3 0 0 H 5 B 0 4 3
A 6 1 B 5/117		7/60	2 0 0 G 5 L 0 9 6
G 0 6 T 7/60	2 0 0	A 6 1 B 5/10	3 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-87711(P2001-87711)

(22) 出願日 平成13年3月26日 (2001.3.26)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 船田 純一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100065385

弁理士 山下 稔平

Fターム(参考) 40038 FF05

5B043 AA09 BA02 BA03 EA01 EA05

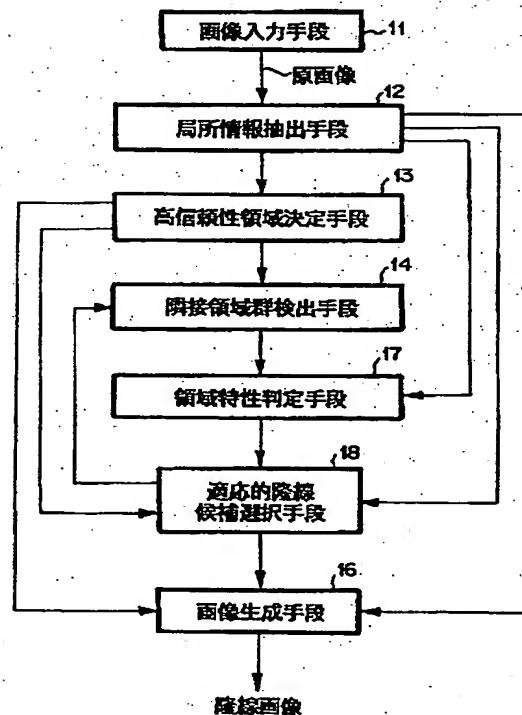
5L096 BA15 FA03 FA23 GA19

(54) 【発明の名称】 指掌紋画像処理装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 コアやデルタといった隆線の曲率の大きい部分では隆線よりも連続性の良い皺等に由来する画像候補を選択し、隆線抽出に失敗することがある。

【解決手段】 領域特性判定手段17で隆線が単独で存在する領域か皺と隆線が混在する領域かを判定し、適応的隆線画像選択手段18で皺隆線混在領域と隆線単独存在領域毎にそれぞれ対応する評価基準で隆線候補画像の中から隆線を表わす画像を選択する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 指紋又は掌紋を画像として読み込む手段と、前記指紋又は掌紋画像を局所領域に分割し、局所領域毎に隆線を表わす隆線候補画像を抽出する手段と、抽出された隆線候補画像のうち隆線である可能性が高い候補画像及びそれを含む局所領域を高信頼性領域として決定する手段と、前記高信頼性領域以外の局所領域に関して隆線が単独で存在する隆線単独領域か皺と隆線が混在する皺／隆線混在領域かを判定する手段と、前記隆線単独領域と皺／隆線混在領域毎にそれぞれ対応する評価基準に基づいて隆線候補画像の中から隆線を表わすと推定される候補画像を選択する手段と、前記高信頼性領域決定手段の候補画像、前記選択手段で選択された候補画像に基づいて全体の画像を生成する手段とを備えたことを特徴とする指掌紋画像処理装置。

【請求項2】 前記判定手段は、局所画像のパワースペクトルの複数の極大点におけるパワースペクトルの比に基づいて隆線のみが存在する領域か、皺と隆線が存在する領域かを判定することを特徴とする請求項1に記載の指掌紋画像処理装置。

【請求項3】 前記判定手段は、局所画像のパワースペクトルの複数の極大点におけるパワースペクトルの平方根の比に基づいて隆線のみが存在する領域か皺と隆線が存在する領域かを判定することを特徴とする請求項1に記載の指掌紋画像処理装置。

【請求項4】 前記判定手段は、局所画像のパワースペクトルの複数の極大点に関してそれぞれの極大点付近のパワースペクトルの成分の和の比に基づいて隆線のみが存在する領域か皺と隆線が存在する領域かを判定することを特徴とする請求項1に記載の指掌紋画像処理装置。

【請求項5】 前記判定手段は、パワースペクトルの直流成分を除く極大点を用いることを特徴とする請求項2～4のいずれか1項に記載の指掌紋画像処理装置。

【請求項6】 前記判定手段は、パワースペクトルの極大点の内、周波数が隆線として有効な範囲内にあるものの中で極大値が最大の極大点と2番目の極大点を評価に用いることを特徴とする請求項2～4のいずれか1項に記載の指掌紋画像処理装置。

【請求項7】 前記選択手段は、皺と隆線が混在する領域では周囲の隆線候補との接続性の良さを基準として選択を行い、隆線が単独で存在する領域では接続性の良さと隆線候補画像のエネルギーの大きさの和を評価基準として選択を行うことを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の指掌紋画像処理装置。

【請求項8】 指紋又は掌紋を画像として読み込む過程と、前記指紋又は掌紋画像を局所領域に分割し、局所領域毎に隆線を表わす隆線候補画像を抽出する過程と、抽出された隆線候補画像のうち隆線である可能性が高い候補画像及びそれを含む局所領域を高信頼性領域として決定する過程と、前記高信頼性領域以外の局所領域に関し

て隆線が単独で存在する隆線単独領域か皺と隆線が混在する皺／隆線混在領域かを判定する過程と、前記隆線単独領域と皺／隆線混在領域毎にそれぞれ対応する評価基準に基づいて隆線候補画像の中から隆線を表わすと推定される候補画像を選択する過程と、前記高信頼性領域決定過程の候補画像、前記選択過程で選択された候補画像に基づいて全体の画像を生成する過程とを含むことを特徴とする指掌紋画像処理方法。

【請求項9】 コンピュータに、指紋又は掌紋画像を局所領域に分割し、局所領域毎に隆線を表わす隆線候補画像を抽出する手順、抽出された隆線候補画像のうち隆線である可能性が高い候補画像及びそれを含む局所領域を高信頼性領域として決定する手順、前記高信頼性領域以外の局所領域に関して隆線が単独で存在する隆線単独領域か皺と隆線が混在する皺／隆線混在領域かを判定する手順、前記隆線単独領域と皺／隆線混在領域毎にそれぞれ対応する評価基準に基づいて隆線候補画像の中から隆線を表わすと推定される候補画像を選択する手順、前記高信頼性領域決定手順の候補画像、前記選択手順で選択された候補画像に基づいて全体の画像を生成する手順を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、指紋照合や指紋分類又は掌紋照合等に用いられる指掌紋画像処理装置及び方法、そのプログラムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、指掌紋画像から隆線方向や隆線ピッチ等の隆線情報を自動的に抽出する方法として、例えば、特許第2765335号公報に記載された隆線方向パターン平滑化方法及びその装置や、情報処理学会第22回（昭和56年前期）全国大会で発表された弛緩法による指紋パターンの分類（河越等）がある。隆線方向パターン平滑化方法及びその装置は、エネルギー最小化原理に基づく手法であり、画像上に設定した2次元局所領域毎に抽出した方向に信頼度という尺度を介して評価関数を設定し、その評価関数を最小化することによって平滑化を施す方法である。一方、弛緩法による指紋パターンの分類では、画像上に設定した2次元局所領域毎に抽出した方向に関する情報を所謂弛緩法を用いて平滑化するという方法である。

【0003】しかしながら、特許第2765335号公報に記載された方法では、皺を含む画像を平滑化しようとすると、皺に合わせて周囲の領域を平滑化してしまい、皺を強調してしまう場合がある。また、弛緩法による指紋パターンの分類に記載された技術では、局所領域毎に抽出した方向に関する情報を平滑化する手法として弛緩法を用いているが、この手法においても掌紋に頻繁に存在する同様のピッチで互いに平行して広範囲に渡って存在する皺の部分に対し皺に合わせて平滑化が行わ

れ、皺を強調してしまう場合があった。

【0004】そこで、本願発明者は、特開平9-167230号公報で皺の影響を受けずに指掌紋画像から隆線画像を抽出することが可能な指掌紋画像処理装置を公開している。同公報の装置では、入力された指紋又は掌紋画像を複数のブロックに分割し、それぞれのブロック毎に隆線候補を複数検出し、検出された隆線候補のうち確実に隆線であるといえる候補とそのブロックを決定し、残りのブロックでそれらの候補と整合性を持つ候補を選択する。隆線同士、皺同士のパターンは空間的に連続しているが、一般に皺と隆線には連続性がないので、確実に隆線である候補を検出し、その他の局所候補でその候補と連続性を持っている候補を選択することにより、皺が存在する領域でも正しく隆線を検出することを可能とするものである。

【0005】図6は上記指掌紋画像処理装置を示すブロック図である。なお、図6は特開平9-167230号公報の図9に対応している。但し、説明を簡単にするため、本明細書の図6は同公報の図9を簡略化したブロック図で示している。図6において、11は画像入力手段、12は局所情報抽出手段、13は高信頼性領域決定手段、14は隣接領域群検出手段、15は隆線候補選択手段、16は画像生成手段である。ここで、高信頼性領域決定手段13は同公報の第1隆線候補画像選択部12、接続性評価部13、クラスタリング部14、クラスタ評価部15に対応している。また、隣接領域群検出手段14と隆線候補選択手段15は最適隆線候補画像選択部17に対応している。

【0006】図7は図6の装置の動作を示すフローチャートである。図7において、画像入力手段11は指紋又は掌紋を画像として読み込み、デジタル画像の形で局所情報抽出手段12へ供給する(S701)。局所情報抽出手段12は入力された原画像を2次元局所領域に分割し(S702)、局所領域毎に局所領域に存在する隆線を表現する候補となる画像(隆線候補画像という)を複数抽出する(S703)。抽出した隆線候補画像にはそれぞれ番号を付しておく。抽出された隆線候補画像は高信頼性領域決定手段13、隆線候補選択手段14、画像生成手段16へそれぞれ供給される。高信頼性領域決定手段13では複数の隆線候補画像の中から隆線である可能性が高い隆線候補とそれを含む局所領域(高信頼性領域)を決定し(S704)、隣接領域群検出手段14、隆線候補選択手段15、画像生成手段16にそれぞれ供給する。

【0007】隣接領域群検出手段14は高信頼性領域に隣接する局所領域(隣接領域)をすべて見付ける(S705)。例えば、図8(a)に示すように高信頼性領域(濃いハッチングで示す領域)が検出されたとすると、それに隣接する領域(薄いハッチングで示す領域)を隣接領域として検出する。次いで、隣接領域の数が1つ以

上あるか否かを判定する(S706)。例えば、図8

(a)の例では隣接領域は1つ以上存在するので、S707へ進み、隆線候補選択手段15において検出されたすべての隣接領域毎にそれぞれの隆線候補画像の中から隆線画像を選択し、選択した候補の番号を画像生成手段16に通知する。

【0008】例えば、図8(a)の隣接領域Aの候補選択処理を行う場合は、隆線候補画像1~6の中から連続性が高い候補を選択し、この時は候補画像2を選択する。次に、S705に戻り、高信頼性領域又は選択が終了している局所領域で、高信頼性領域ではなく、既に選択が終了している領域でもない隣接領域をすべて見付ける。即ち、図8(a)を例にとると、先に見付けた隣接領域に対し下方側に隣接する領域をすべて見付ける。次に、S706で隣接領域が1つ以上あるか否かを判定し、1つ以上ある時はS707ですべての隣接領域に対し隆線候補画像から隆線画像を選択する。以下、S705~S707の処理を繰り返し行い、S706でNoと判定すると、すべての局所領域について処理を終了しているので、画像生成手段16は、図8(b)に示すように選択された候補画像を用いて全体の隆線画像を作成する(S708)。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記特開平9-167230号公報の指掌紋画像処理装置では、皺の影響を受けずに隆線を抽出することが可能であるが、隣接する領域の連続性を重視して局所領域毎に隆線画像を決定しているので、図9(a)に示すようなコア、図9(b)に示すようなデルタといった隆線の曲率の大きな部分では、隆線がはっきりしていても隆線よりも連続性の良い皺等に由来する画像候補を選択し、隆線の抽出に失敗することがあった。

【0010】本発明は、上記先願発明を更に改良し、皺が混在する領域や隆線の曲率の高い部分であってもより正確に隆線を抽出することが可能な指掌紋画像処理装置及び方法、そのプログラムを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の指掌紋画像処理装置は、上記目的を達成するため、指紋又は掌紋を画像として読み込む手段と、前記指紋又は掌紋画像を局所領域に分割し、局所領域毎に隆線を表わす隆線候補画像を抽出する手段と、抽出された隆線候補画像のうち隆線である可能性が高い候補画像及びそれを含む局所領域を高信頼性領域として決定する手段と、前記高信頼性領域以外の局所領域に関して隆線が単独で存在する隆線単独領域か皺と隆線が混在する皺/隆線混在領域かを判定する手段と、前記隆線単独領域と皺/隆線混在領域毎にそれぞれ対応する評価基準に基づいて隆線候補画像の中から隆線を表わすと推定される候補画像を選択する手段と、

前記高信頼性領域決定手段の候補画像、前記選択手段で選択された候補画像に基づいて全体の画像を生成する手段とを備えたことを特徴とする。

【0012】また、本発明の指掌紋画像処理方法は、指紋又は掌紋を画像として読み込む過程と、前記指紋又は掌紋画像を局所領域に分割し、局所領域毎に隆線を表わす隆線候補画像を抽出する過程と、抽出された隆線候補画像のうち隆線である可能性が高い候補画像及びそれを含む局所領域を高信頼性領域として決定する過程と、前記高信頼性領域以外の局所領域に関して隆線が単独で存在する隆線単独領域か皺と隆線が混在する皺／隆線混在領域かを判定する過程と、前記隆線単独領域と皺／隆線混在領域毎にそれぞれ対応する評価基準に基づいて隆線候補画像の中から隆線を表わすと推定される候補画像を選択する過程と、前記高信頼性領域決定過程の候補画像、前記選択過程で選択された候補画像に基づいて全体の画像を生成する過程とを含むことを特徴とする。

【0013】更に、本発明のプログラムは、指紋又は掌紋画像を局所領域に分割し、局所領域毎に隆線を表わす隆線候補画像を抽出する手順、抽出された隆線候補画像のうち隆線である可能性が高い候補画像及びそれを含む局所領域を高信頼性領域として決定する手順、前記高信頼性領域以外の局所領域に関して隆線が単独で存在する隆線単独領域か皺と隆線が混在する皺／隆線混在領域かを判定する手順、前記隆線単独領域と皺／隆線混在領域毎にそれぞれ対応する評価基準に基づいて隆線候補画像の中から隆線を表わすと推定される候補画像を選択する手順、前記高信頼性領域決定手段の候補画像、前記選択手段で選択された候補画像に基づいて全体の画像を生成する手順を実行させることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の指掌紋画像処理装置の一実施形態の構成を示すブロック図である。なお、図1では図6の従来装置と同一部分は同一符号を付している。図1において、11は指紋又は掌紋を画像として読み込み、指紋又は掌紋画像を入力するためのスキャナーやライブスキャナー等の画像入力手段である。12は画像入力手段から入力された指紋又は掌紋の原画像を2次元局所領域に分割し、それぞれの局所領域に存在する隆線を表わす隆線候補画像を局所領域毎に複数抽出する局所情報抽出手段である。局所情報抽出手段12は特開平9-167230号公報に記載しているように、例えば、2次元局所領域の各々に2次元フーリエ変換を施し、その結果得られたフーリエ変換面でのピークの内異なる2次元正弦波に対応するピークをその振幅又はピーク近傍のエネルギーの大きなものから順に複数抽出し、各ピークに対応する2次元正弦波を隆線候補画像としている。

【0015】13は局所情報抽出手段12で抽出された

各局所領域の複数の隆線候補画像のうち隆線である可能性が高い隆線候補画像を決定すると共に、そのような候補画像を含む局所領域を高信頼性領域として決定する高信頼性領域決定手段である。高信頼性領域決定手段13は上記公報に記載しているように各2次元局所領域の複数の隆線候補画像についてそれぞれ隆線らしさの度合いを評価し、各々の局所領域毎に隆線らしさの度合いが最も高い隆線候補画像を選択する。この場合、高信頼性領域決定手段13は各々の局所領域の隆線候補画像のうちその振幅が最大となるものを選択する。

【0016】隣接領域群検出手段14は高信頼性領域決定手段13により決定された高信頼性領域又は後述する適応的隆線候補選択手段18で隆線候補画像の選択が終了している局所領域と隣接する局所領域のうち高信頼性領域決定手段13で決定された高信頼性領域でもなく、適応的隆線候補選択手段18で隆線候補画像の選択が終了している局所領域でもないブロック（局所領域）をすべて検出する。以下、これらのブロックを隣接領域という。領域特性判定手段17はすべての隣接領域毎に皺と隆線画像が混在しているブロックであるかどうかを局所情報抽出手段12からの局所領域情報に基づいて判定する。

【0017】具体的には、皺と隆線が混在するブロックであるかどうかの判定は、振幅が最大である隆線候補画像の振幅、もしくはそれに対応するフーリエ面での点の周囲のエネルギーを、振幅が2番目に大きな候補の振幅もしくは対応するフーリエ面での点の周囲のエネルギーで割った値が予め決めておいた閾値よりも小さければ皺と隆線が混在するブロックと判定し、大きければそうでないブロックと判定する。適応的隆線候補選択手段18は領域特性判定手段17で判定された結果に応じて局所領域毎に別の評価基準で隆線候補の選択を行う。なお、図1の装置では処理途中の段階のデータ等を必要に応じてメモリ等の記憶装置（図示せず）に一旦格納し、必要に応じてそれを読み出すことでデータ処理を行う。

【0018】次に、本実施形態の具体的な動作を図2のフローチャートを参照して詳細に説明する。図2において、まず、画像入力手段11は指紋又は掌紋をデジタル画像として読み込み、指紋又は掌紋の原画像を局所情報抽出手段12に供給する（S201）。局所情報抽出手段12では、前述のように入力された原画像を2次元局所領域に分割し（S202）、各2次元局所領域に存在する隆線を表現する隆線候補画像を各々の2次元局所領域毎に複数個抽出する（S203）。抽出された隆線候補画像は高信頼性領域決定手段13、領域特性判定手段17、適応的隆線候補画像選択手段18、画像生成手段16へそれぞれ供給される。

【0019】ここで、画像入力手段11の入力画像の解像度を20pixel/mmとし、局所領域を正方形（図3参照）とすると、局所領域の一辺の長さは8〜32pixel

10

20

30

40

50

程度となる。また、隆線候補画像を抽出する場合、特開平9-167230号公報に記載しているように、局所領域の画像のパワースペクトルの極大点を大きなものから順に複数個検出し、極大点に対応する2次元正弦波をそれぞれの局所領域の隆線候補画像とする。例えば、局所領域毎に隆線候補画像を6個ずつ抽出するものとする。次に、その極大点に対応する正弦波を特徴付けるパラメータをそれぞれの極大点により算出し記録する。

【0020】そのようなパラメータの一例について説明する。これは、上記特開平9-167230号公報に記載されている。まず、局所領域

$$a_n^{(i,j)} = 2\sqrt{|F(\xi_n^{(i,j)}, \eta_n^{(i,j)})|^2} \quad i=1,2,\dots,6 \quad \dots (1)$$

【0023】

$$ph_n^{(i,j)} = \tan^{-1} \left[\frac{\text{Im} \{F(\xi_n^{(i,j)}, \eta_n^{(i,j)})\}}{\text{Re} \{F(\xi_n^{(i,j)}, \eta_n^{(i,j)})\}} \right] \quad i=1,2,\dots,6 \quad \dots (2)$$

【0024】

$$d_n^{(i,j)} = \tan^{-1} \left[\frac{\eta_n^{(i,j)}}{\xi_n^{(i,j)}} \right] \quad i=1,2,\dots,6 \quad \dots (3)$$

【0025】

$$f_n^{(i,j)} = \frac{1}{64} \sqrt{(\xi_n^{(i,j)})^2 + (\eta_n^{(i,j)})^2} \quad i=1,2,\dots,6 \quad \dots (4)$$

【0026】

$$va_n^{(i,j)} = \frac{4\pi^2 \sigma^4}{64^2} \sum_{(\xi, \eta) \in \{(\xi_n^{(i,j)}, \eta_n^{(i,j)}) \text{ の 8 近傍} \}} 2|F(\xi, \eta)|^2 \quad \dots (5)$$

【0027】 また、f の全パワー

【0028】

$$vt^{(i,j)} = \frac{4\pi^2 \sigma^4}{64^2} \sum_{\xi=-32}^{31} \sum_{\eta=-32}^{31} |F(\xi, \eta)|^2 \quad \dots (6)$$

【0029】 も算出しておく。これらのパラメータから

決定される画像は、

$$g_n^{(i,j)}(x,y) = a_n^{(i,j)} \cos[2\pi f_n^{(i,j)}(x \cos(d_n^{(i,j)}) + y \sin(d_n^{(i,j)})) - ph_n^{(i,j)}] \quad \dots (7)$$

となる。この

【0030】

$$\{g_n^{(i,j)}(x,y)\}_{n=1}^6 \quad \dots (8)$$

【0031】 が各局所領域における隆線を表す候補画像

にこれらのパラメータの値、

となる。局所情報抽出手段12ではすべての局所領域毎

50 【0032】

$I_{ij} \ (0 < i < 63, 0 < j < 63)$

の第n番目のピークのフーリエ面での座標値を、

$(\xi_n^{(i,j)}, \eta_n^{(i,j)})$

とすると、局所情報抽出手段12では振幅、位相、方向、周波数、ピーク周辺のパワーをそれぞれ算出する。

【0021】 振幅は(1)式、位相は(2)式、方向は(3)式、周波数は(4)式、ピーク周辺のパワーは(5)式で得られる。

【0022】

【数1】

【数 8】

$$\left\{ \{a_n^{(i,j)}, ph_n^{(i,j)}, d_n^{(i,j)}, f_n^{(i,j)}, va_n^{(i,j)}\}_{n=1}^6, vt^{(i,j)} \right\}_{i=0}^{63} \dots (9)$$

【0033】を算出する。

【0034】高信頼性領域決定手段 1-3 は、特開平 9-167230 号公報に記載しているように隆線である可能性が高い隆線候補画像（高信頼性候補）とそれを含む局所領域を高信頼性領域として決定する（S204）。決定された高信頼性候補とそれを含む高信頼性領域は隣接領域群検出手段 14、適応的隆線候補選択手段 18、画像生成手段 16 へそれぞれ供給される。ここで、高信頼性領域決定手段 13 では、すべての局所領域毎にすべての隆線候補画像について隆線らしさの度合を評価し、隆線らしさの度合いが高い隆線候補画像を各局所領域から 1 つ選び、高信頼性候補画像とする。

【0035】この場合のアルゴリズムは、上記公報に記載しているように局所情報抽出手段 12 で 2 次元局所領域の各々に 2 次元フーリエ変換を施し、その結果得られたフーリエ変換面でのピークのうち異なる 2 次元正弦波に対応するピークをその振幅又はピーク近傍のエネルギーの大きなものから順に複数個抽出し、各ピークに対応する 2 次元正弦波を隆線候補画像としているが、2 次元局所領域の各々の隆線候補画像の中でその振幅が最大となるものを高信頼性候補画像とする。隣接領域群検出手段 14 は高信頼性領域に隣接する局所領域（隣接領域）をすべて見付ける（S205）。例えば、図 8（a）に示すように高信頼性領域（濃いハッチングで示す領域）が検出されたとなると、それに隣接する領域（薄いハッチングで示す領域）を隣接領域として検出する。

【0036】次いで、隣接領域群検出手段 14 では、この時に検出した隣接領域の数が 1 つ以上であるかどうかを判定する（S206）。図 8（a）の例では、隣接領域は 1 つ以上存在するので、S207 へ進む。また、隣接領域の数が 1 つ以上あれば隣接領域の情報を領域特性判定手段 15 へ通知し、そうでなければ画像生成手段 16 へ通知する。S207 では領域特性判定手段 15 は隣接領域群の個々の隣接領域毎に皺と隆線が混在する領域であるかどうかを局所情報抽出手段 12 からの局所領域情報に基づいて判定し、判定結果を適応的隆線候補選択手段 18 へ通知する。具体的に説明すると、隣接領域の画像のパワースペクトル上の極大点のうち、所定の条件を満たす 2 つの点のパワースペクトルの比を用いて、隣接領域が皺と隆線が混在する領域であるかどうかを判定する。

【0037】所定の条件とは、実数値の画像のパワースペクトルは原点に対称であるので、周波数空間の片側半

分に存在する極大値であること、皺や隆線としてありそのような空間周波数帯にあること（具体的には、0.25 mm⁻¹ ~ 1 mm⁻¹ で 1 周期程度の空間周波数）等である。このような条件を満たすものの中から極大値の大きさが上位 2 個の極大点の極大値を用いて判定を行う。即ち、最大の極大値を p1、2 番目の極大値を p2 とすると、p2 / p1 の値が予め決めておいた閾値以上であれば、皺と隆線が混在する領域と判定し、そうでなければ隆線が単独で存在している領域であると判定する。

【0038】また、この判定には極大点近傍（3×3 程度）のパワースペクトルの和の比を用いてもよい。即ち、最大の極大値周辺のパワースペクトルの和を v1、2 番目の大きさの極大値周辺のパワースペクトルの和を v2 とすると、v2 / v1 の値が予め決めておいた閾値以上であれば皺と隆線が混在する領域であると判定し、そうでなければ隆線が単独で存在している領域であると判定する。局所領域のパワースペクトルは、領域特性判定手段 17 で計算してもよいし、局所情報抽出手段 12 で計算されたものを用いてもよい。また、特開平 9-167230 号公報に記載しているように、局所情報抽出部を用いる場合は、隆線候補画像の属性情報を用いてもよい。

【0039】次に、適応的隆線候補選択手段 18 では、検出されたすべての隣接領域毎にそれぞれの隆線候補画像から領域特性判定手段 17 の判定結果に応じて異なる評価基準で候補選択を行う（S208）。具体的には、領域特性判定手段 17 で皺と隆線が混在していると判定された領域では周囲の隆線候補との接続性の良さを重視して選択を行い、隆線が独立して存在していると判定された領域では、周囲の隆線候補との接続性の良さや隆線候補画像のエネルギーの大きさの和を評価基準として選択を行う。

【0040】例えば、特開平 9-167230 号公報に記載しているように、皺と隆線が混在していると判定された場合は、J1 (n) = 近傍の平均方向と第 n 番目の隆線候補画像の方向差が最小となる隆線候補画像を隆線として選択する。また、隆線が単独で存在している領域であると判定された場合は、J2 (n) = 近傍の平均方向と第 n 番目の隆線候補画像の方向差 + α / SN (n) が最小となる隆線候補画像を隆線として選択する。

【0041】ここで、α は定数、SN (n) は、

【0042】

【数 9】

$$SN(n) = \frac{11 \cdot va_n^{(i,j)}}{\sum_{i=1}^6 va_i^{(i,j)}} \quad \dots (10)$$

... (10)

【0043】である。適応的隆線候補選択手段18は、このようにしてすべての隣接領域毎に候補選択処理を行い、選択した隆線候補を隣接領域群検出手段14、画像生成手段16へ通知する。

【0044】次いで、再びS205に戻り、高信頼性領域又は選択が終了している局所領域で、高信頼性領域ではなく、既に選択が終了している領域でもない隣接領域をすべて検出する。即ち、図8(a)を例にとると、先に見付けた隣接領域に対し下方側に隣接する領域をすべて見付ける。次に、S206で隣接領域が1つ以上あるか否かを判定し、1つ以上ある時はS207ですべての隣接領域毎に領域の特性を判定し、S208ですべての隣接領域毎に領域特性判定結果に基づいて異なる基準で候補選択処理を行う。以下、同様にS205～S208の処理を繰り返し行い、S206でNと判定すると、画像生成手段16は適応的隆線候補画像選択手段18で選択された隆線候補、高信頼領域決定手段13で隆線を表わしている可能性が高いと判定された隆線候補、及び局所情報抽出手段12で得られた局所情報に基づいて全体の指紋又は掌紋の隆線画像を生成し(S209)、すべての処理を終了する。

【0045】ここで、特開平9-167230号公報の従来の隆線候補選択方法では、皺と隆線が混在する領域では皺に由来する隆線候補画像のエネルギーが隆線に由来するものよりも大きくなることもあるので、隆線候補画像のエネルギーを選択の評価基準に用いると誤って皺を選択してしまうことがあった。一方、隆線が単独で存在する領域でも、コアやデルタ等に見うけられる曲率の高い部分では隣接する局所領域で隆線候補画像の接続性のみで選択を行うと、真の隆線よりも接続性の良いノイズ成分が存在した場合、そちらを選択してしまい隆線抽出に失敗してしまうこともあった。このようなノイズ成分に由来する隆線候補画像のエネルギーは隆線に由来するものに比べて小さいので、エネルギーの大きさを使ってノイズか隆線かを判別することが可能である。つまり、皺が存在していない場合は曲率と無関係な量も隆線選択に用いることが可能であるが、皺が混在する場合は不可能である。

【0046】そこで、本実施形態では、皺と隆線が混在する領域なのか隆線が単独で存在する領域なのかを領域特性判定手段17で判定し、適応的隆線候補選択手段18でそれぞれに適した評価基準で画像候補の選択を行っている。皺と隆線が混在する領域での隆線抽出能力を保持したまま、皺が無く隆線がきれいに存在していて曲率が高いコアやデルタといった部分でも、正しく隆線を抽出することができる。図3は皺と隆線が混在した領

域と隆線が単独で存在する領域を持つ指紋掌紋画像の例を示す。このような画像から領域特性判定手段17で判定した結果を図4に示す。適応的隆線候補選択手段18では図4の隆線単独領域と皺／隆線混在領域で異なる評価基準で隆線候補選択を行う。

【0047】また、皺が存在せず隆線のみが存在する領域ではその小領域画像をフーリエ変換すると、原点对称に一組のピークが観察され、そのピークに多くのエネルギーが集中する。しかし、皺と隆線が同時に存在する領域のフーリエ変換像は皺に由来するピークと隆線に由来するピークが複数個出現し、それぞれ大きなエネルギーを持つ(図5参照)。このことから小領域のフーリエ変換像から特開平9-167230号公報の方法を用いてピークを複数個検出すると、隆線が単独で存在する領域ではエネルギー最大のピークに大部分のエネルギーが集中し、二番目のピークとのエネルギーの差が大きくなる。また、皺と隆線が混在する領域ではエネルギー最大のピークと二番目のピークとのエネルギーの差が小さくなる。従って、本実施形態では、これらの比の大小を評価することでその領域が皺と隆線が混在する領域かどうかを判定することができる。

【0048】更に、上記公報の従来の隆線候補選択方法では、前述のように皺と隆線が混在する領域では皺に由来する隆線候補画像のエネルギーが隆線に由来するものよりも大きくなることもあるので、隆線候補画像のエネルギーを選択の評価基準に用いると誤って皺を選択してしまうことがあった。一方、隆線が単独で存在する領域で、曲率の高い部分では隣接する局所領域で隆線候補画像の接続性のみで選択を行うと、真の隆線よりも接続性の良いノイズ成分が存在した場合、そちらを選択してしまい隆線抽出に失敗してしまうこともあった。このようなノイズ成分に由来する隆線候補画像のエネルギーは隆線に由来するものに比べて小さいので、エネルギーの大きさを使って判別することが可能である。

【0049】そこで、本実施形態では、適応的隆線候補選択手段18で皺混在領域ではエネルギーを選択の評価基準には用いずに、方向の連続性のみを用いて画像候補の選択を行っている。また、隆線が単独で存在する領域ではエネルギーを重視した候補選択を行っている。これによって皺と隆線が混在する領域での隆線抽出能力を保持したまま、皺が無く隆線がきれいに存在していて、曲率が高いコアやデルタといった部分でも正しく隆線を抽出することができる。

【0050】なお、本発明のコンピュータプログラムは、上述した指掌紋画像を処理する方法を実行する手順を記述したプログラムである。即ち、コンピュータに、

指紋又は掌紋画像を局所領域に分割し、局所領域毎に隆線を表わす隆線候補画像を抽出する手順、抽出された隆線候補画像のうち隆線である可能性が高い候補画像及びそれを含む局所領域を高信頼性領域として決定する手順、前記高信頼性領域以外の局所領域に関して隆線が単独で存在する隆線単独領域か皺と隆線が混在する皺／隆線混在領域かを判定する手順、前記隆線単独領域と皺／隆線混在領域毎にそれぞれ対応する評価基準に基づいて隆線候補画像の中から隆線を表わすと推定される候補画像を選択する手順、前記高信頼性領域決定手順の候補画像、前記選択手順で選択された候補画像に基づいて全体の画像を生成する手順を実行させるためのプログラムである。

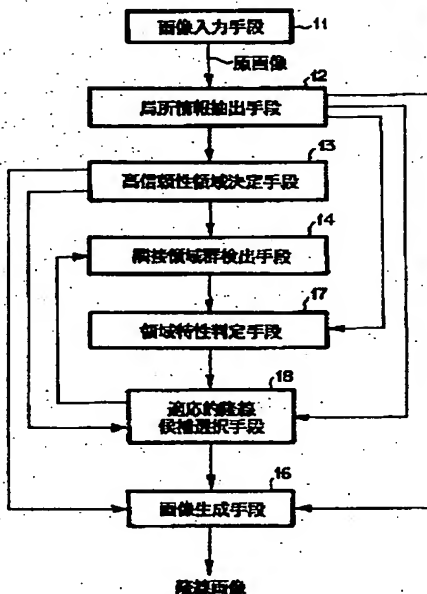
【0051】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、皺と隆線が混在している領域か隆線が独立して存在している領域かを判別し、この2つの領域に応じて隆線を抽出する際の評価基準を異ならせて隆線候補画像の中から候補画像を選択しているため、皺が混在する領域、あるいは隆線の曲率が高い領域であっても、正確に隆線を抽出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の指掌紋画像処理装置の一実施形態の構成を示すブロック図である。

【図1】



【図2】図1の実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図3】皺と隆線が混在している領域と隆線が独立して存在している領域を持つ指掌紋画像の例を示す図である。

【図4】図3の指掌紋画像を図1の領域特性判定手段17で判定した場合の結果を示す図である。

【図5】局所画像のパワーを説明するための図である。

【図6】従来例の指掌紋画像処理装置を示すブロック図である。

【図7】図6の従来装置の動作を示すフローチャートである。

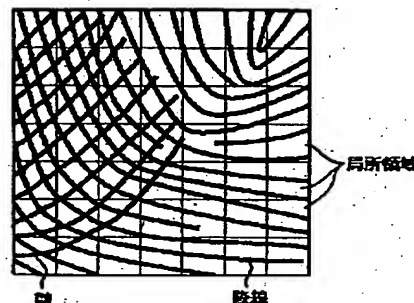
【図8】図7の隆線画像の選択処理を説明するための図である。

【図9】コア、デルタといった隆線の曲率の大きな部分の例を示す図である。

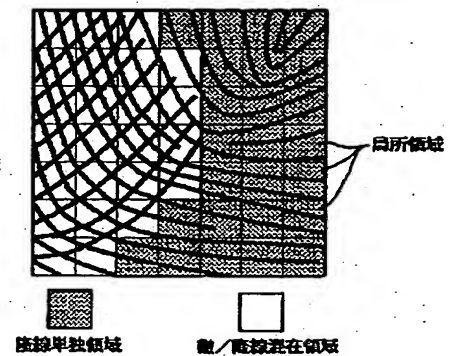
【符号の説明】

- 11 画像入力手段
- 12 局所情報抽出手段
- 13 高信頼性領域決定手段
- 14 隣接領域群検出手段
- 16 画像生成手段
- 17 領域特性判定手段
- 18 適応的隆線候補選択手段

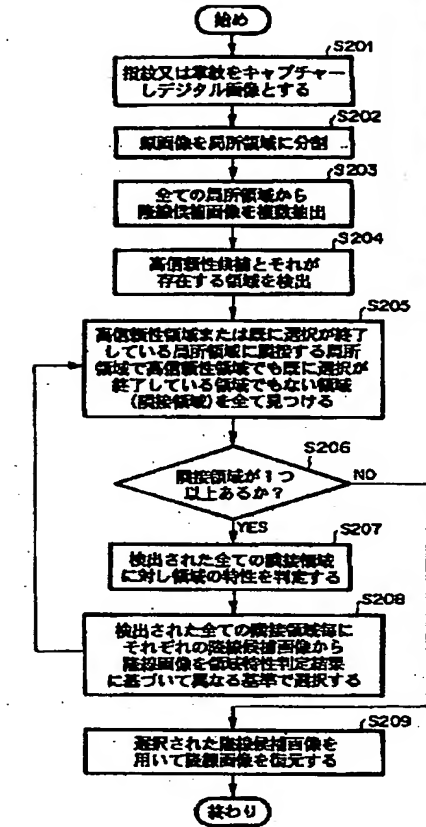
【図3】



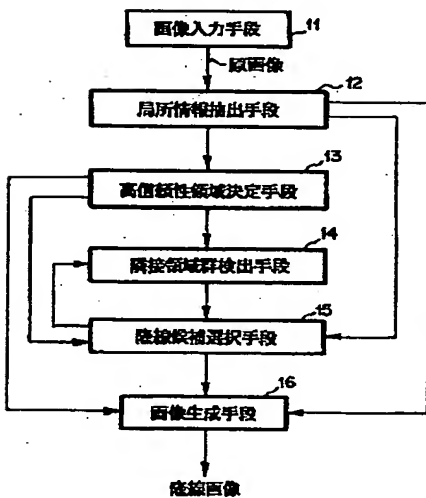
【図4】



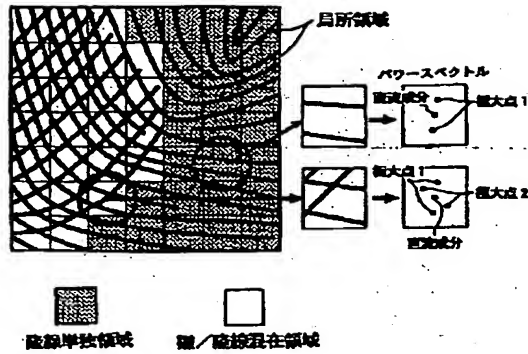
【図2】



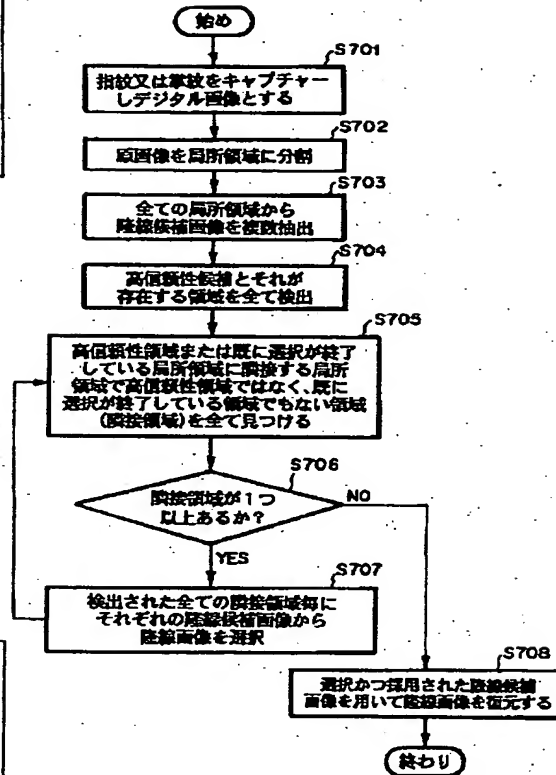
【図6】



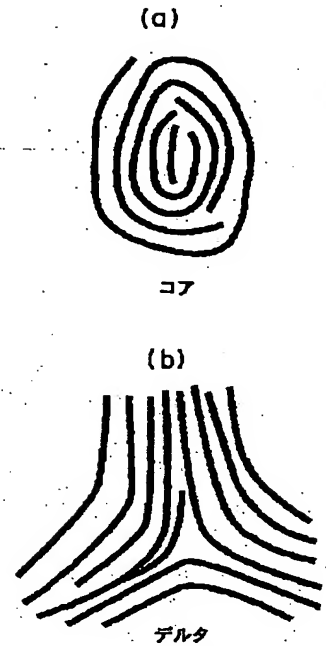
【図5】



【図7】



【図9】



【図 8】

